

Vortrags- und Exkursionstagung zur Bodenschätzung  
AG Bodenschätzung und Bodenbewertung der DBG, Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz des Saarlandes, Ministerium der Finanzen des Saarlandes, 19. – 21.09.2012 in St. Wendel  
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

**Verknüpfung von physikochemischen Analysedaten mit den Klassenzeichen der Bodenschätzung zur Abschätzung des Filter- und Puffervermögens landwirtschaftlich genutzter Böden in Hessen**

Fritzsche, D.<sup>1</sup> & Vorderbrügge, Th.<sup>2</sup>

**Einleitung**

In Hessen wurden im Rahmen der langjährigen Zusammenarbeit der bodenkundlichen Landesaufnahme des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie und der Oberfinanzdirektion ca. 1300 Vergleichs- und Musterstücke gemeinsam aufgenommen. Über eine detaillierte Profilbeschreibung hinaus, wurden bis heute etwa 600 Profile laboranalytisch untersucht. Auf Grundlage der gewonnenen physikochemischen Daten werden Methoden zur Bewertung von Bodenfunktionen erarbeitet. Unter anderem soll künftig auch das Filter- und Puffervermögen auf Basis der potentiellen Kationenaustauschkapazität ( $KAK_{pot}$ ) des Bodens abgeschätzt werden.

Eine erste Auswertung der im Labor ermittelten physikochemischen Werte im Bezug

zu den Klassenzeichen (KLZ) wird im Folgenden vorgestellt.

**Schlüsselworte**

Hessen, Bodenschätzung, Methodenentwicklung, Bodenfunktionsbewertung, Filter- und Pufferfunktion, Kationenaustauschkapazität, Klassenzeichen

**Hintergrund**

Gemäß BBodSchG (1998) gilt es u.a. das Filter- und Puffervermögen als eine der natürlichen Funktionen des Bodens zu sichern. Zur Abschätzung dieser Funktionen kann die  $KAK_{pot}$  dienen. Die  $KAK_{pot}$  [mmol IÄ/100g Feinboden] ist die Summe der austauschbaren Kationen im Boden, gemessen bei einem eingestellten pH-Wert von 8,1. Wichtige Kationenaustauscher sind Tonminerale und Huminstoffe (BLUME et al. 2010), die sich in den Daten der Korngröße und  $C_{org}$ -Gehalt wiederfinden.

**Datengrundlage**

Für die erste Auswertung wurden die Datensätze zunächst auf die 346 Profile der Ackerstandorte eingeschränkt. Anschließend wurde unter Berücksichtigung der Methode zur Ableitung des durchwurzelbaren Bodenraums für Acker aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung (FRIEDRICH et al. 2008: 34) eine Begrenzung der Berechnungstiefe der profilbezogenen  $KAK_{pot}$  vorgenommen. D.h., dass für jedes KLZ eine definierte Durchwurzelungstiefe vorgegeben wird. Proben, die unterhalb dieser Tiefe entnommen wurden, gingen nicht in die Auswertung ein. Weiterhin wurden Profile, die nicht bis in die vorgegebene Durchwurzelungstiefe beprobt wurden, in der Betrachtungstiefe auf den definierten durchwurzelbaren Bodenraum erweitert. Der unterste Horizont (z.B. elCn, vgl. Bsp. Kaichen VST5 in Tab.1) wurde in seiner Mächtigkeit angeglichen, damit Profile mit demselben KLZ vergleichbar sind. Berechnungen konnten schließlich mit 1046 horizontbezogenen Datensätzen durchgeführt werden.

---

<sup>1</sup> Dr. Dagmar Fritzsche  
Goethe Universität Frankfurt  
Institut für Physische Geographie  
Altenhöferallee 1, 60438 Frankfurt am Main  
[fritzsche@em.uni-frankfurt.de](mailto:fritzsche@em.uni-frankfurt.de)

<sup>2</sup> Dr. Thomas Vorderbrügge  
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden  
[Thomas.Vorderbruegge@hlug.hessen.de](mailto:Thomas.Vorderbruegge@hlug.hessen.de)

Um die durchschnittliche  $KAK_{pot}$  (mmol/100g Boden) eines Bodenprofils zu berechnen, wurde die  $KAK_{pot}$  jeder Probe mit der Mächtigkeit des Probenentnahmehori-

zontes multipliziert. Die Summe der Produkte aller Proben pro Profil wurde durch die angenommene Durchwurzelungstiefe des KLZ dividiert (vgl. Bsp. In Tab.1).

Tab.1: Berechnung der durchschnittlichen Profil- $KAK_{pot}$  in mmol IÄ/100g Feinboden für das KLZ L3Lö am Beispiel des Profils „g0363\_profil05 (Kaichen VST5)“

	Tiefe [cm]	Mächtigkeit im Beschrieb [cm]	Vorgegebene Durchwurzelungstiefe [cm] (FRIEDRICH et al. 2008: S. 34)	Für die Berechnung zugrundegelegte Mächtigkeit [cm]	Messwert $KAK_{pot}$ je Horizont [mmol IÄ/100g]	$KAK_{pot}$ *Horizontmächtigkeit mmol IÄ/100g bezogen auf die Horizontmächtigkeit
Ap	- 30	30	120	30	17,53	525,9
Bt	- 70	40		40	18,95	758,0
elCn	- 90	20		50	13,30	665,0
						$\Sigma$ 1948,9 :120
						= 16,24 [mmol IÄ/100g] bezogen auf die vorgegebene Durchwurzelungstiefe

### Ergebnisse und Diskussion

Die Bodenart nach KA5 (AD-HOC-AG BODEN 2005) wurde mit der Pipettmethode nach KÖHN (1928) ermittelt und mit den Bodenarten der KLZ verglichen.

Die am häufigsten vertretenen Bodenartengruppen der Einzelproben nach KA5 sind Schlufftone (Tu4 & Tu3) und Ton-schluffe (Ut4 & Lu). Dies ist typisch für die lössgeprägten Standorte in Hessen. Die mehrheitlich benannten Bodenarten nach BodSchätzG (2007) sind Lehm (n=585), sandiger Lehm (n=122) und stark lehmiger Sand (n=100). Die Problematik der uneinheitlichen Nomenklaturen der Bodenarten nach Bodenschätzung und der KA5 ist anhand der starken Streuung der laboranalytisch ermittelten Korngrößen innerhalb einer Bodenart nach Bodenschätzung erkennbar. Für die 585 Proben der KLZ-Bodenart Lehm (L) wurden bspw. sowohl die KA5-Bodenarten SI3 (Ø 10% Ton) als auch Tu2 (Ø 55% Ton) vorgefunden.

Diese große Spannweite der Ton- bzw. Schluffgehalte ist bedingt durch den Umstand, dass die Bodenart des KLZ das Gesamtgepräge des Profils widerspiegelt, und je nach Untergrund und Anteilen von nicht lössbürtigen Substraten, eine unterschied-

liche Körnung innerhalb eines Profil anzutreffen ist.

Die Analysen ergaben Werte zwischen 1,5 und 66mmol IÄ / 100 g Boden, die mittleren 50 % (Interquartilabstand: Q1 - Q3) der Daten liegen zwischen 7,4 mmol IÄ /100g und 25mmol IÄ /100 g (s. Abb.1).

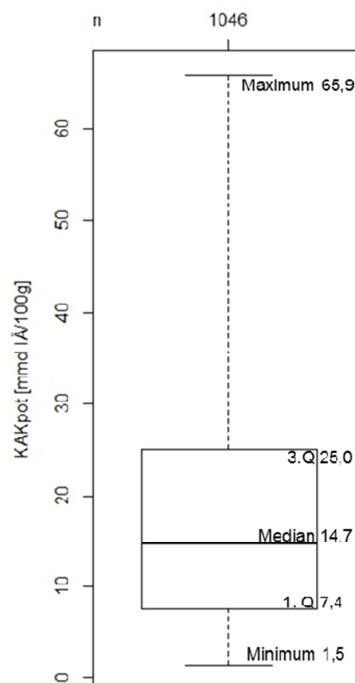


Abb. 1: Der Boxplot stellt die Spannweite der Einzelwerte der  $KAK_{pot}$  [mmol IÄ/100g] aller Proben (n=1046) dar.

Auf Basis dieser Daten lassen sich für die einzelnen KLZ die durchschnittlichen horizontbezogenen KAK-Werte berechnen.

In Anlehnung an die Klassifizierung der KA5, liegen die meisten der Werte im Bereich einer geringen bis sehr hohen  $KAK_{pot}$  (KAK2 - KAK5). Für einzelne Profile wurde auch eine sehr geringe (KAK1) bzw. sehr hohe  $KAK_{pot}$  (KAK6) ermittelt (Tab.2). Die Mittelwerte der  $KAK_{pot}$  für die verschiedenen KLZ wurden dann in den Ackerschätzungsrahmen eingetragen (Tab.3) und mit den  $KAK_{pot}$ -Stufen nach KA5 abgeglichen (Tab.2). Damit ist zunächst einmal sichergestellt, dass die gemäß KA5 vorgegebenen Klassen der  $KAK_{pot}$  mit den Proben der bisherigen Aufnahmen abgebildet werden können, wenn auch z. Zt. mit einer noch kleinen Grundgesamtheit.

Eine Zunahme der  $KAK_{pot}$  mit dem Anstieg des Tongehalts der Bodenart ist - wie erwartet - gut erkennbar. Jedoch ist die

Streuung innerhalb der Zustandsstufen noch sehr hoch.

Durch die Berechnung der  $KAK_{pot}$  bezogen auf die angenommene Durchwurzelungstiefe werden bei flachgründigen Böden, also mit einer hohen Zustandsstufe, fast ausschließlich die humosen Oberbodenhorizonte berücksichtigt. Dies wird bei den weiteren Betrachtungen und Berechnungen zu Grunde gelegt. Für viele Klassen wurden nur einzelne Profile beprobt. Entscheidend ist z.Zt. deshalb die Frage zu klären, ob die Werte der  $KAK_{pot}$  den KLZ der Bodenschätzung überhaupt plausibel zuzuordnen sind.

Tab. 2: Einstufung der  $KAK_{pot}$  gemäß KA5

Potentielle Kationenaustauschkapazität (KA5)		
Zeichen	Bezeichnung	mmol IÄ/100g
KAK1	sehr gering	< 4
KAK2	gering	4 bis < 8
KAK3	mittel	8 bis < 12
KAK4	hoch	12 bis < 20
KAK5	sehr hoch	20 bis < 30
KAK6	extrem hoch	≥ 30

Tab. 3: Auszug aus dem Ackerschätzungsrahmen mit den durchschnittlichen Werten der  $KAK_{pot}$  je Profil in mmol IÄ/100g bezogen auf den vorgegebenen Wurzelraum. In Klammern Anzahl der Profile. Grau hinterlegte KLZ sind nicht im Ackerschätzungsrahmen abgebildet.

Bodenart	Entstehung	Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
Sandiger Lehm (sL)	D			16,0 (1)	9,5 (1)	11,5 (4)	14,3 (2)	
	Lö							
	Al		13,7 (2)	8,9 (1)		11,9 (1)		
	V			9,1 (1)	13,4 (3)	12,2 (12)	11,4 (2)	18,0 (1)
	Vg						23,2 (2)	16,9 (1)
Lehm (L)	D				18,3 (2)		11,3 (1)	
	Lö	18,5 (2)	15,3 (15)	15,5 (46)	14,6 (26)	13,8 (10)	13,5 (1)	
	Al	20,4 (1)	12,4 (1)	26,2 (1)	20,5 (5)	19,7 (1)		
	V				23,3 (10)	21,1 (21)	22,6 (3)	
	Vg				19,2 (1)		26,5 (4)	22,1 (1)

Im nächsten Schritt wird die  $KAK_{pot}$  für die vorgegebene Durchwurzelungstiefe auf Basis der  $KAK_{pot}$ -Horizontwerte berechnet (Tab. 4) und gemäß Tab.5 gruppiert. Die Klassifizierung der Tabelle 4 ist ein erster

Ansatz, auf Basis der Spannweite der theoretisch möglichen KAK-Werte für die einzelnen KLZ.

Tab. 4: Auszug aus dem Ackerschätzungsrahmen mit den Summen der  $KAK_{pot}$  je Profil in mmol IÄ/100g Feinboden bezogen auf den vorgegebenen Wurzelraum. Grau hinterlegte KLZ sind nicht im Ackerschätzungsrahmen abgebildet.

Bodenart	Entstehung	Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
anlehmiger Sand (Sl)	D			24,8	37,8			
	Al			50,4				
	V		67,0		36,6	42,7		
Lehm (L)	D				183,0		79,1	
	Lö	222,0	183,6	186,0	175,2	138,0	108,0	
	Al	244,8	148,8	262,0	194,7	167,4		
	V				209,7	158,2	135,6	
	Vg				172,8		119,2	55,2

Tab. 5: Erster Entwurf der Einstufung der  $KAK_{pot}$  in mmol IÄ/100g Feinboden bezogen auf den vorgegebenen Wurzelraum des jeweiligen KLZ.

Erste Einstufung nach Spanne der möglichen KAK-Werte		
	Bezeichnung	Summe der KAK für das KLZ
KAK 1	sehr gering	< 50
KAK 2	gering	50 bis < 100
KAK 3	mittel	100 bis < 200
KAK 4	hoch	200 bis < 300
KAK 5	sehr hoch	300 bis < 400
KAK 6	extrem hoch	> 400

Auch die Einstufung nach Tabelle 4 kann die in die Spannweite der  $KAK_{pot}$  abbilden. Sprünge innerhalb der KLZ lassen sich durch die noch lückenhafte Datengrundlage erklären.

### Fazit

Die ersten Auswertungen zeigen, dass die Daten für die  $KAK_{pot}$  als Grundlage zur Bewertung Abschätzung des Filter- und Puffervermögens des Bodens auf Basis der KLZ dienen können. Der Zusammenhang zwischen Bodenart des KLZs der Ackerschätzung und der  $KAK_{pot}$  ist auf Basis der ersten Auswertung nachweisbar. KLZ, die in der Auswertung noch nicht berücksichtigt werden konnten, werden zukünftig gezielt beprobt, um den Rahmen entsprechend der für Hessen vorzufindenden KLZ füllen zu können. Die Aufnahme und Beprobung von Vergleichs- und Musterstücken wird kontinuierlich unter Berücksichtigung des KLZ-Flächenanteils in Hessen fortgesetzt.

### Literatur

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl. Schweizerbart, Stuttgart, 438 S.

BBodSchG (1999): Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502, 212)

BodSchätzG (2007): Bodenschätzungs-gesetz vom 20. Dezember 2007 (BGBl. L S. 3150, 3176)

BLUME, H.-P., BRÜMMER, G. W., HORN, R., KANDELER, E., KÖGEL-KNABNER, I., KRETZSCHMAR, R., STAHR, K., WILKE B.-M., SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (2010): „SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL: Lehrbuch der Bodenkunde, 16. Auflage“ Spektrum Akademischer Verlag, 570 S.

FRIEDRICH, K., GOLDSCHMITT, M., KRZY-ZANOWSKI, J., MILLER, R., PETER, M., SAUER, S., SCHMANKE, M., VORDERBRÜGGE, TH. (2008): Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz - Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen und -eigenschaften.- Selbstverl. HLUg, Wiesbaden, 64 S.

KÖHN, M. (1928): Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. Landw. Jb. 67